

Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo



---

# Termodinâmica

## 1) Introdução



Do grego **Termhe (calor)** + **Dynamis (potência)** = **Termodinâmica**

Termodinâmica = ciência da energia e da entropia.

Termodinâmica: objeto de estudo é a energia e suas transformações.

## O que lhe agregará o curso?

- ◆ Aprendizado de uma disciplina fundamental de Engenharia;
- ◆ Aquisição de “cultura de Engenharia”, já que abordamos inúmeros problemas reais;
- ◆ Fornecimento de conhecimentos para entendimento de temas atuais, como a questão energética, mobilidade urbana e o aquecimento global;
- ◆ Desenvolvimento de metodologia científica;
- ◆ Desenvolvimento do raciocínio abstrato.

# Origem de nossa energia



Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo



Usinas hidrelétricas (Itaipu, 14 GW / PR)

# Origem de nossa energia



Usinas termoeletricas (Piratininga, 190 MW / SP)

# Origem de nossa energia



Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo



Usinas nucleares (Angra 1 e 2, 657 + 1350 MW / RJ)

# Qual o impacto?



Poluição

*Ursus maritimus*



Aquecimento global  
antropogênico?



Fazendas eólicas (Complexo Eólico do Alto Sertão, 294 + 396, BA)



Células fotovoltaicas, 5 MW, hidrelétrica de Balbina / AM

# Fontes alternativas



Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo



Plantas solares, PS10 e 20, 10 + 20 MW/ Espanha

Helios One, Deserto  
de Mojave, E.U.A.



# Repartição da oferta interna de energia



Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo

## RENOVÁVEIS ▶ 43,5%

biomassa da  
cana

17,5%



hidráulica<sup>1</sup>

12,6%



lenha e  
carvão vegetal

8,0%



lixívia e outras  
renováveis

5,4%



<sup>1</sup> Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

## NÃO RENOVÁVEIS ▶ 56,5%

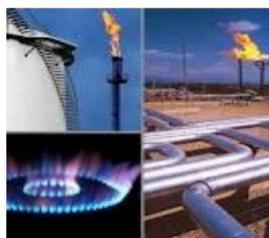
petróleo e  
derivados

36,5%



gás  
natural

12,3%



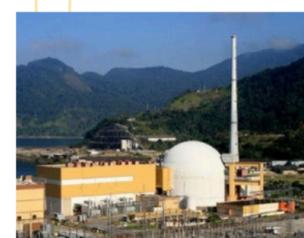
carvão  
mineral

5,5%



urânio

1,5%



outras não  
renováveis

0,7%



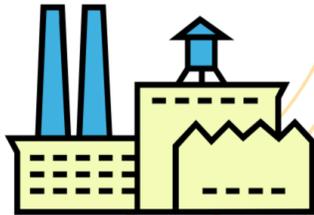
Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2017).

# Quem usa a energia?



indústrias

33,0%



transportes

32,4%



residências

9,7%



setor energético

10,3%



2016

255,4 Mtep

2015

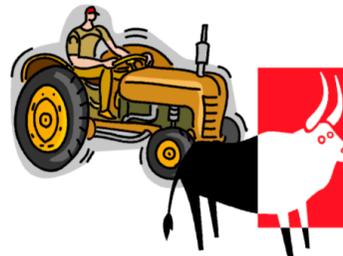
261,2 Mtep



-2,2%

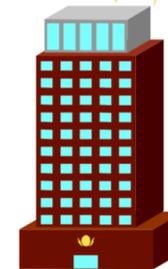
agropecuária

4,0%



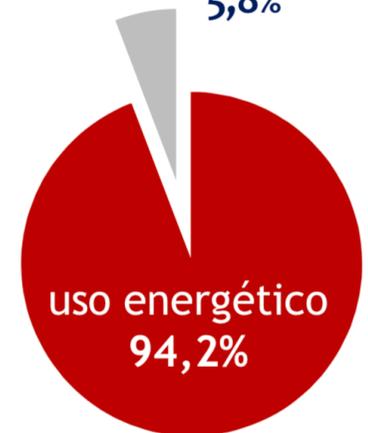
serviços

4,9%



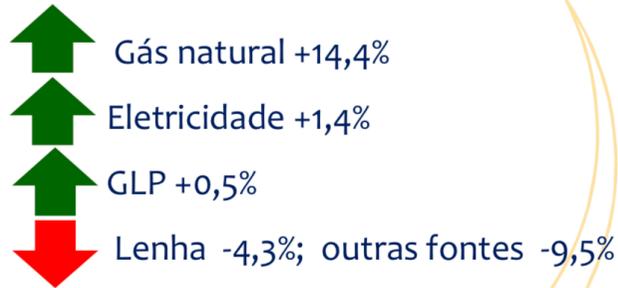
uso não energético

5,8%

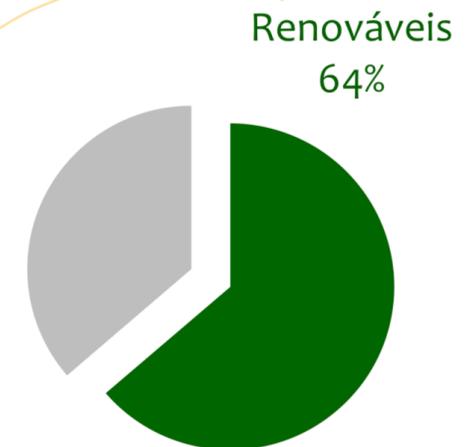
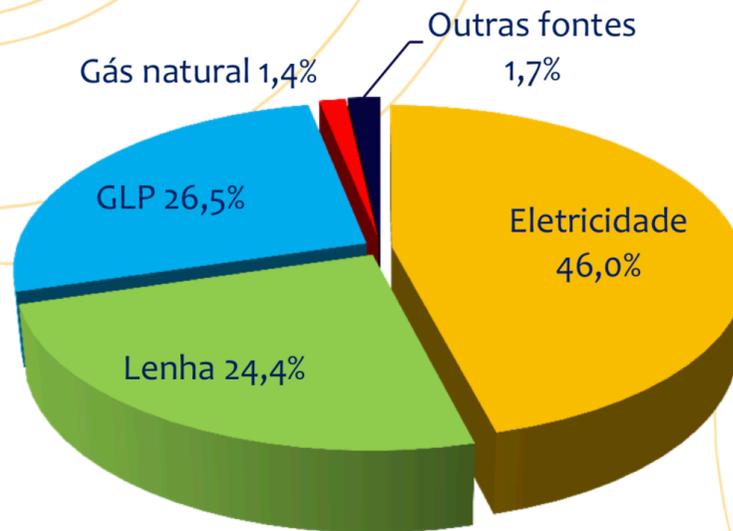


Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2017).

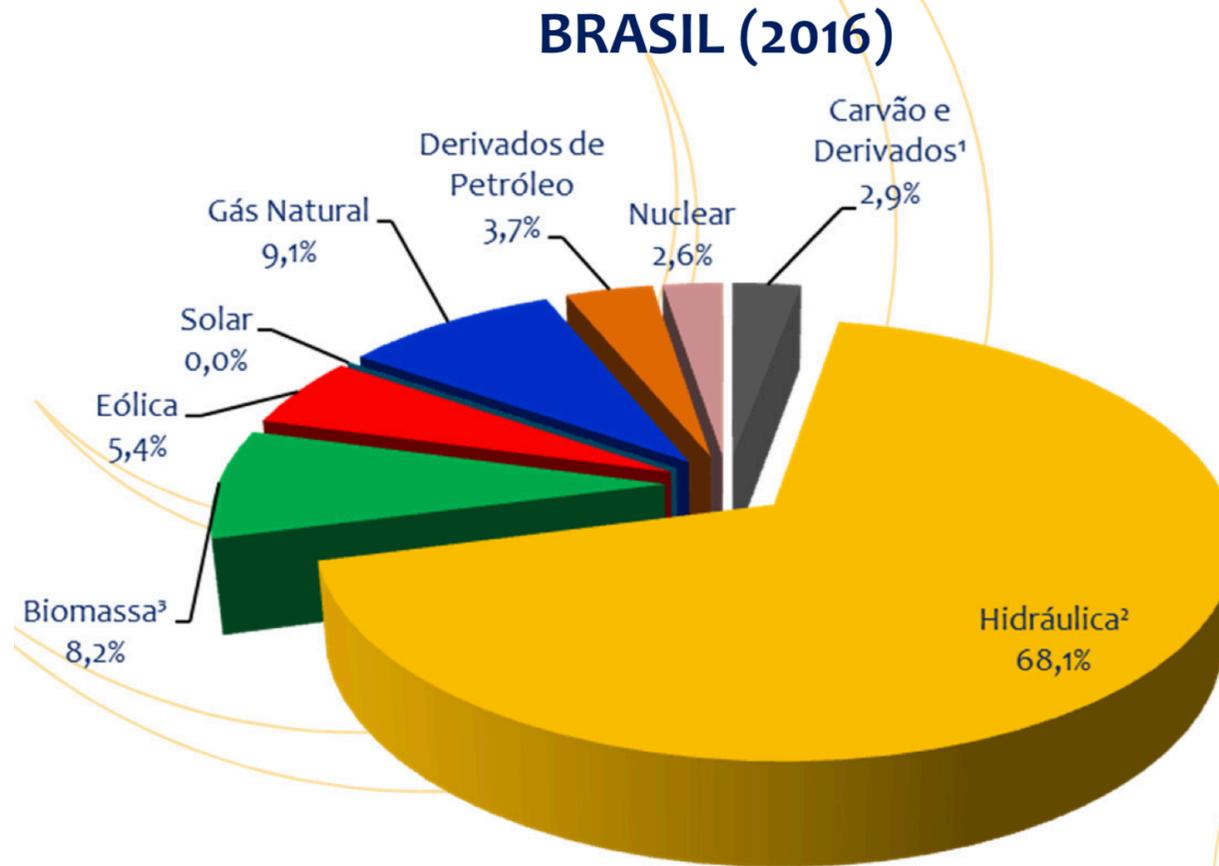
# Consumo residencial de energia



2016	24,9 Mtep
2015	24,9 Mtep
	0,3%



Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2017).



oferta hidráulica<sup>2</sup> em 2016: **421,7 TWh**

oferta total<sup>2</sup> em 2016: **619,7 TWh**

Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2017).

# Capacidade instalada em MW



Fonte	2015	2016	$\Delta$ 16/15
Hidrelétrica	91.650	96.925	5,8%
Térmica <sup>2</sup>	39.580	41.276	4,3%
Nuclear	1.990	1.990	0,0%
Eólica	7.633	10.124	32,6%
Solar	21	24	13,1%
<b>Capacidade disponível</b>	<b>140.874</b>	<b>150.338</b>	<b>6,7%</b>

não inclui geração distribuída

**Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2017).**



Biomassa <sup>2</sup>	31,0%
Gás Natural	34,4%
Nuclear	9,6%
Derivados de Petróleo	14,0%
Carvão e Derivados	11,0%

Notas:

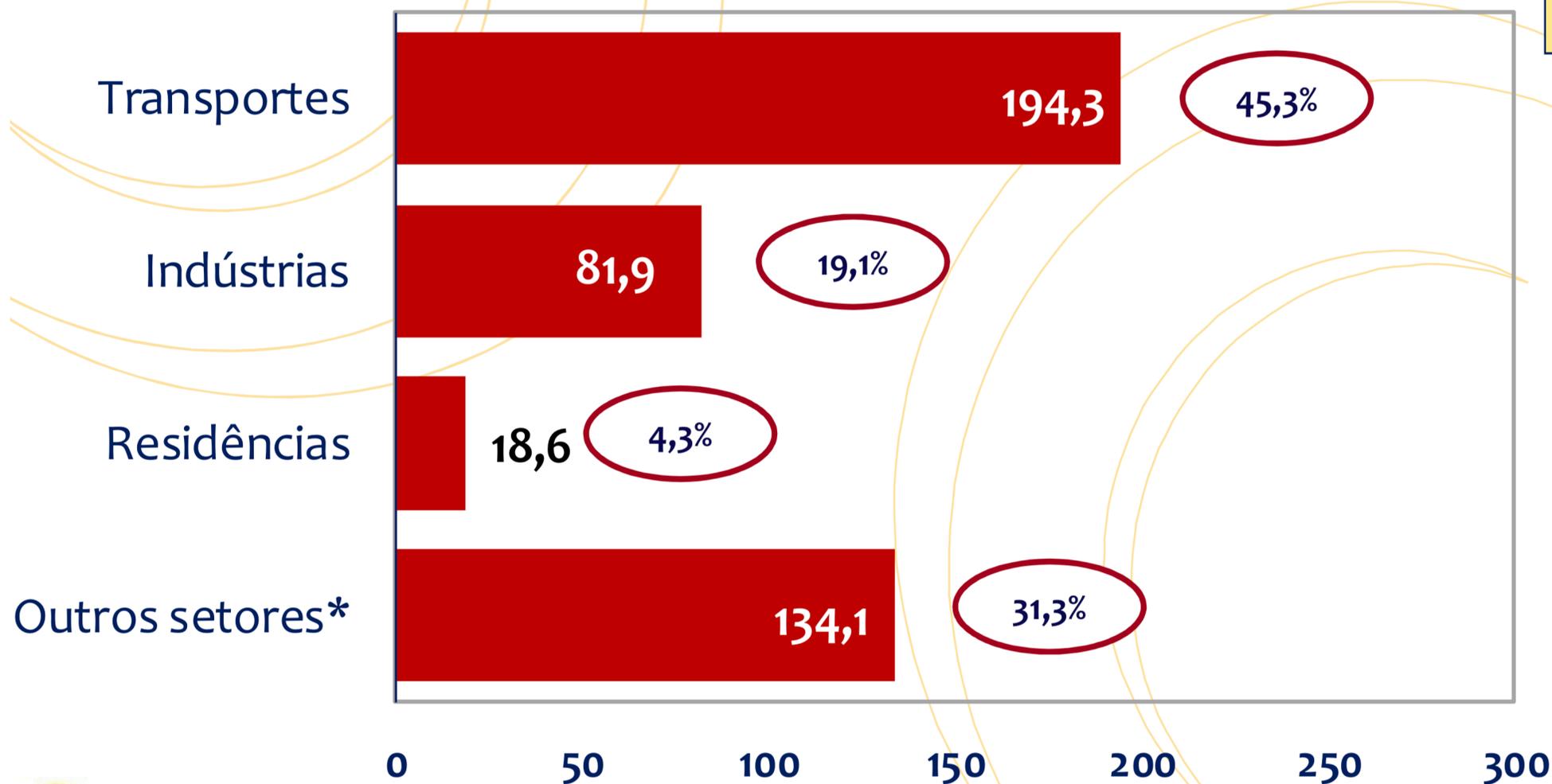
<sup>1</sup> Não inclui importação (hidráulica) no total de geração de energia elétrica

<sup>2</sup> Inclui bagaço de cana-de-açúcar, lixívia, lenha, e outras fontes primárias

Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2017).



## Emissões totais (2016), em Mt CO<sub>2</sub>

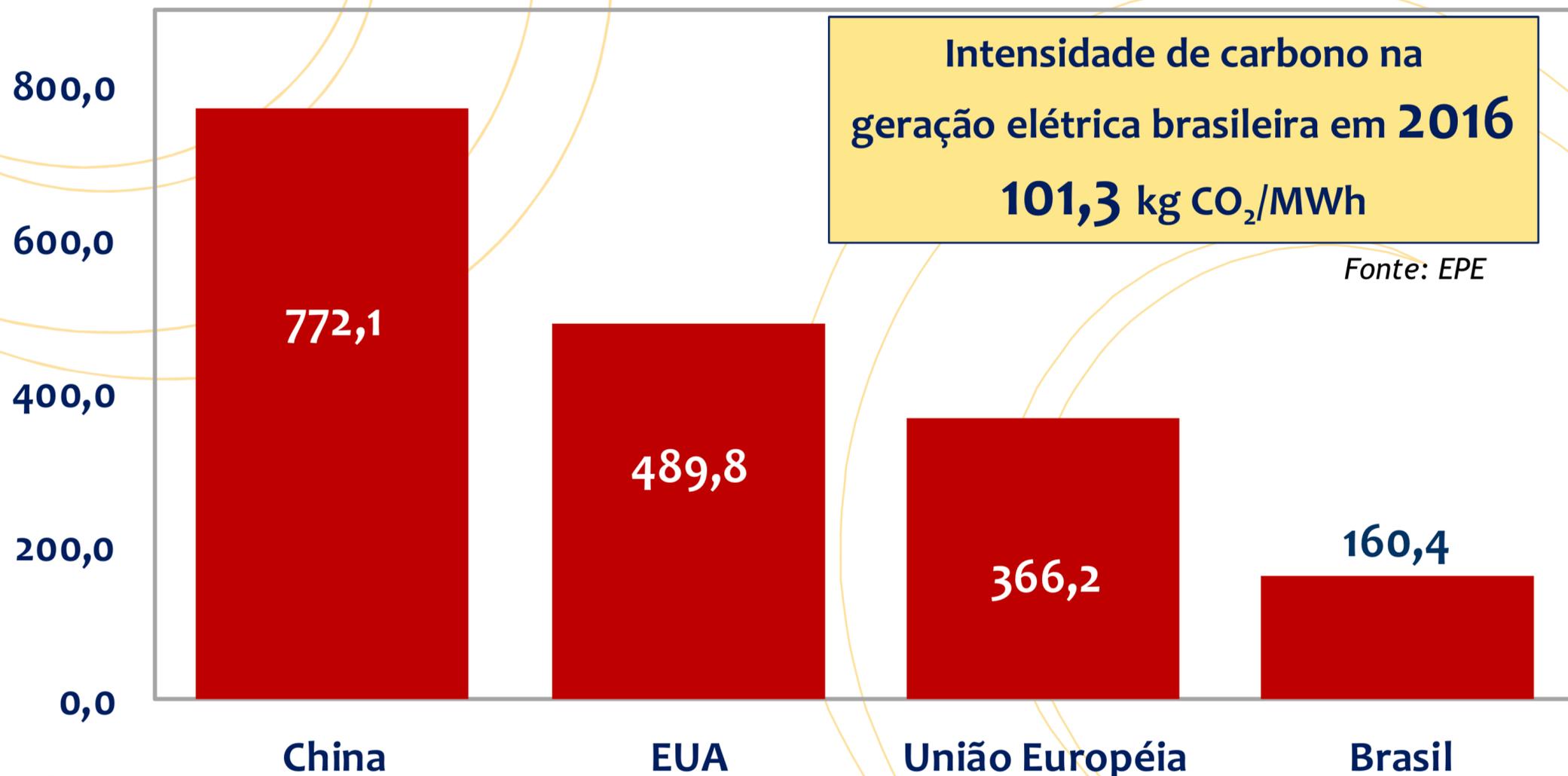


\* inclui os setores agropecuário, serviços, energético, elétrico e as emissões fugitivas

Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2017).



## Emissões de CO<sub>2</sub> por MWh gerado (2014)



Fonte: Ministério das Minas e Energia - Balanço energético (2017).



*Somos constantemente bombardeados com a idéia de utilização de fontes alternativas de energia.*

*A conta que devemos fazer é simples? Basta escolhermos uma fonte alternativa e viável economicamente que nossos problemas ecológicos estão resolvidos?*

*A Termodinâmica diz que não. Veja os exemplos a seguir...*

## Aproveitamento da energia solar: aquecedor solar



Água deixa o aquecedor de 50 a 70 °C

Para conversão em energia mecânica  
teríamos um rendimento máximo de  
apenas 13%!

Portanto esse equipamento é adequado apenas para o aquecimento de água líquida!

## Aproveitamento da energia: concentrador solar



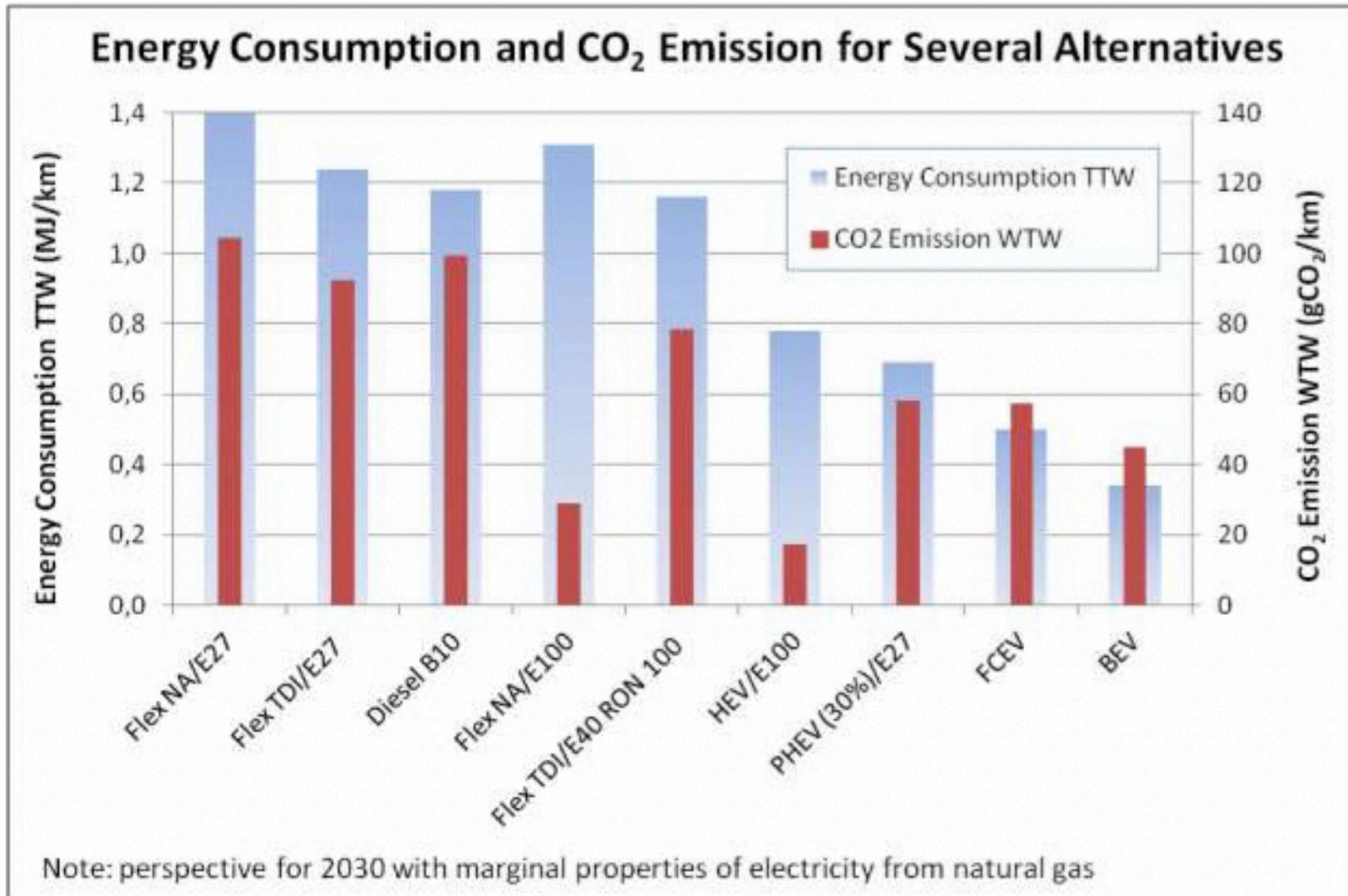
Fluido térmico deixa o aquecedor no  
de 300 a 400°C!

Para conversão em energia mecânica  
teríamos um rendimento máximo de  
56%!

Portanto é mais adequado utilizar esse equipamento para  
conversão em energia mecânica do que para apenas  
aquecimento!

★ Tão importante quanto a geração, é o uso da energia!

# Exemplo: Comparação entre tecnologias para veículos leves



TTW = tank to wheel  
WTW = well to wheel

TDI = turbo direct injection

FCEV = fuel cell electric vehicle

PHEV = hybrid electric vehicle

BEV = battery electric vehicle

PHEV = plug-in hybrid electric vehicle

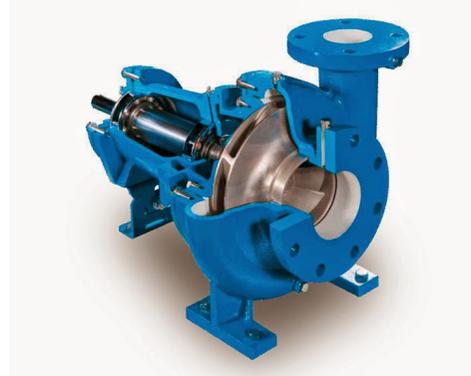


*Vamos conhecer os equipamentos que vamos trabalhar no curso.*

*Vejamos na sequência como funcionam alguns sistemas de potência e refrigeração comuns. Trataremos desses sistemas com maiores detalhes ao longo de nosso curso.*

*Vamos aproveitar, também, e discutir alguns aspectos econômicos e de viabilidade técnica associados à conversão de energia!*

## • Bombas



centrífuga



lóbulos

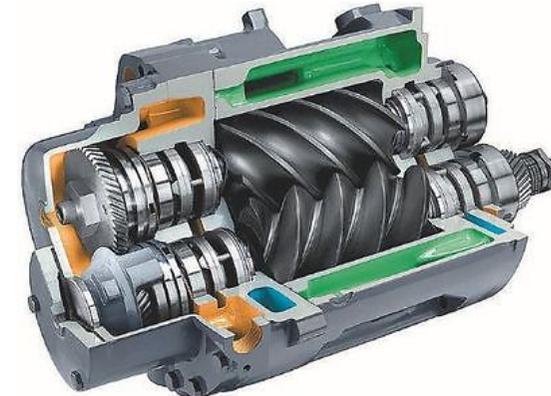


peristática

## • Compressores



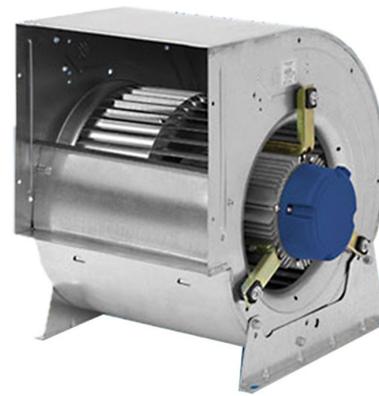
pistões



parafusos

## • Sopradores e ventiladores

centrífugo



axial



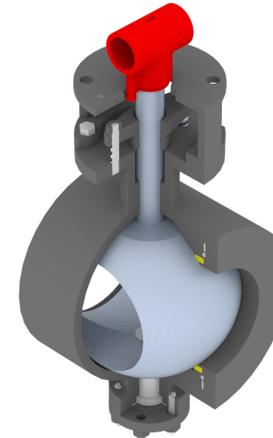
## • Válvulas



borboleta



gaveta



esfera



globo

## • Tubulações

Cores Padrão de Tubulações

Cores	Prediais	Industriais
Vermelho	Incêndio	Combate - Incêndio
Verde	Água Fria	Água Fria
Amarelo	Gás	Gases Não Liquefeitos
Laranja	Água	Ácido
Marrom	Águas	Vaga
Branco	Ar	Vapor
Cinza Claro	-	Vácuo
Cinza Escuro	Eletricida	Eletrodutos
Lilás	-	Álcis
Azul	-	Ar comprimido
Preto	Esgoto	Inflamáveis e Combustíveis de Alta Viscosidade
Alumínio	-	Gases Liquefeitos e Combustíveis de Baixa Viscosidade



linha de ar comprimido

- **Trocadores de calor**



casco - tubo



compacto

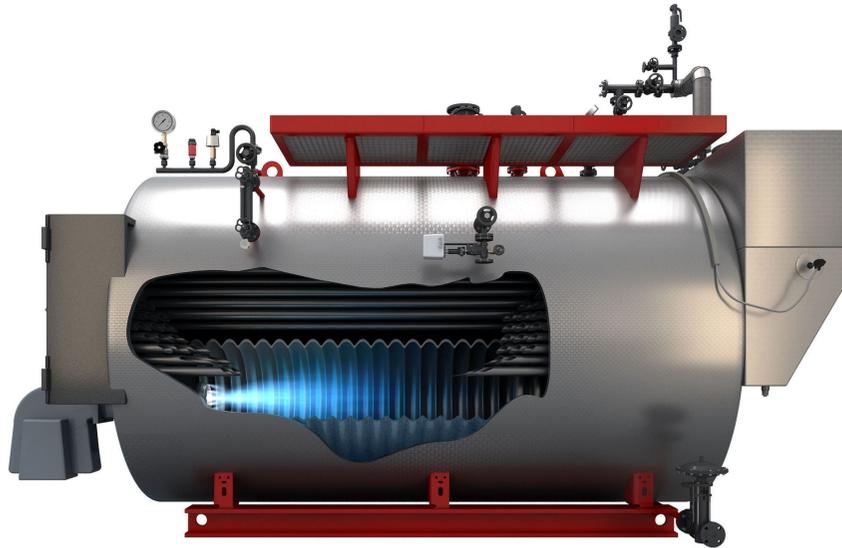
- **Condensadores**



- **Evaporadores**



- **Caldeiras**



- **Aquecedores solares**



- **Misturadores**



- **Câmaras "flash"**

- **Separadores**

## • Tanques



teto flutuante com vedação



esférico



teto cônico



Compressores com reservatório



Botijões de gás (GLP, propano + butano)

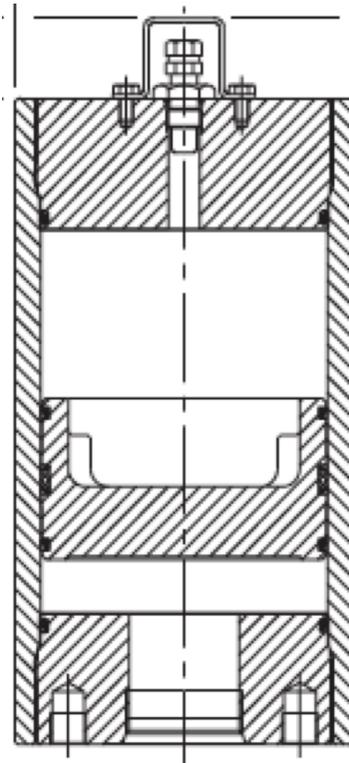


Cilindro de mergulho

## • Acumuladores



Pistão (250 a 690 bar, até 80 L)



Bexiga (70 a 690 bar, 0,2 a 57 L)

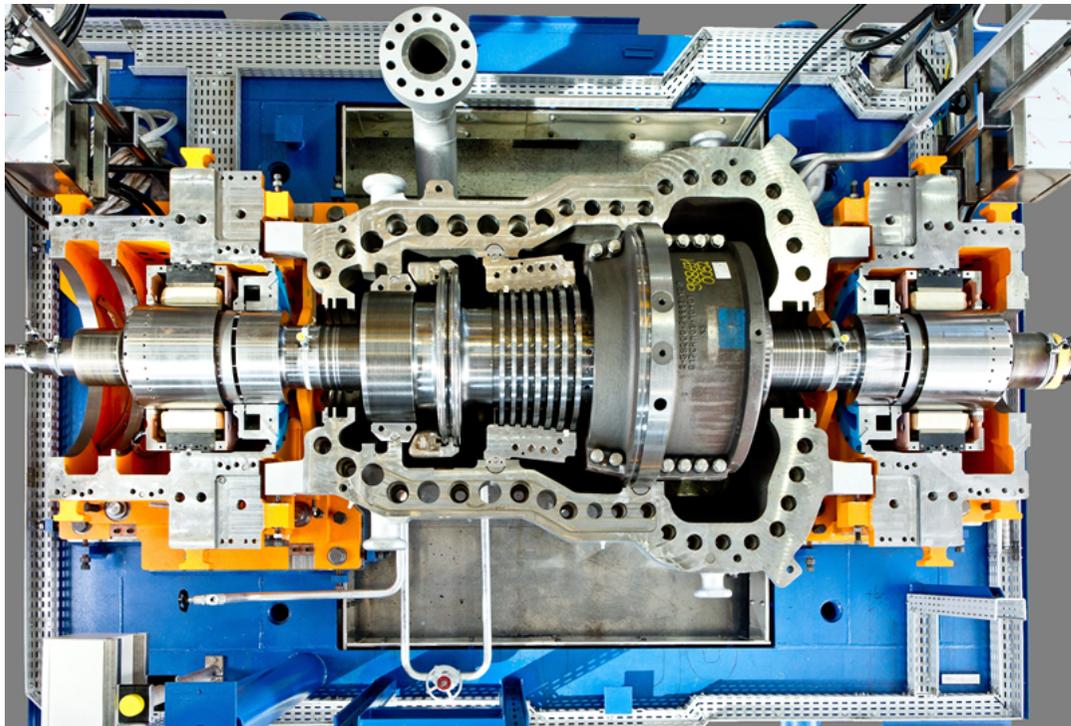
- **Acumuladores**



Diafragma (140 a 350 bar, 0,075 a 3 L)



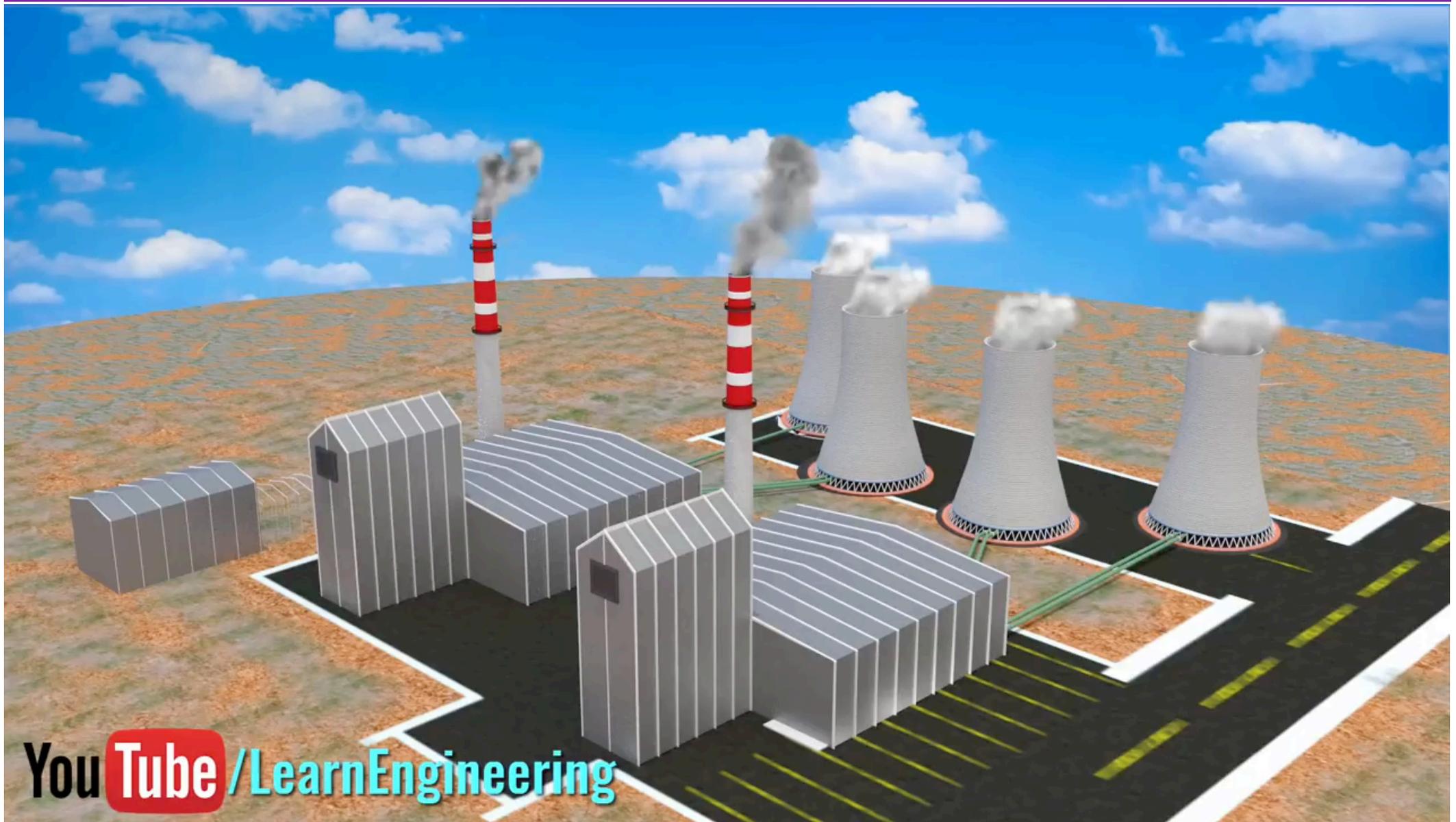
## Turbinas a vapor



# Como funciona uma turbina a vapor?



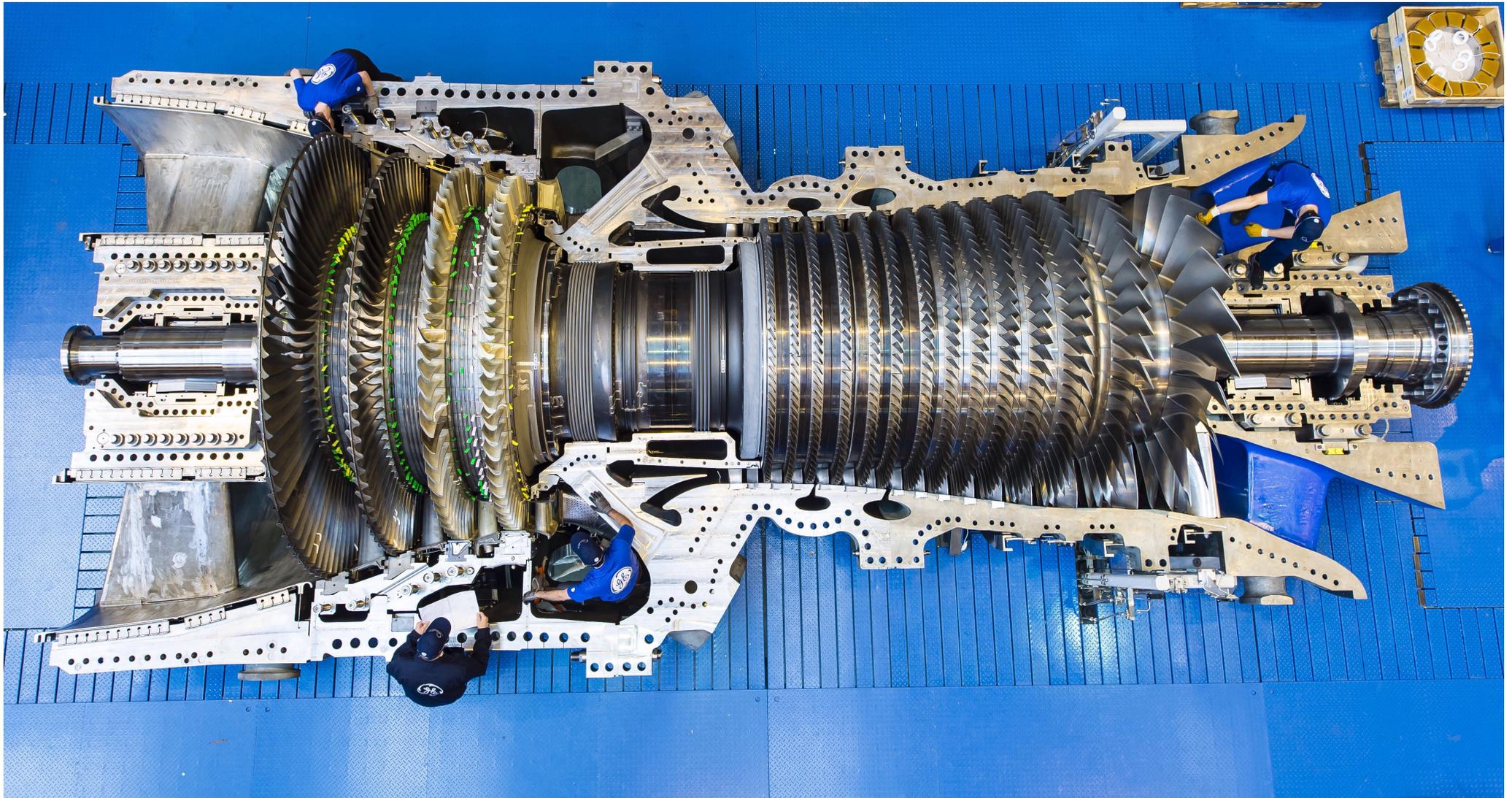
Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo



Fonte: <https://www.patreon.com/LearnEngineering>  
<https://www.youtube.com/watch?v=SPg7hOxFItI>



## Turbinas a gás

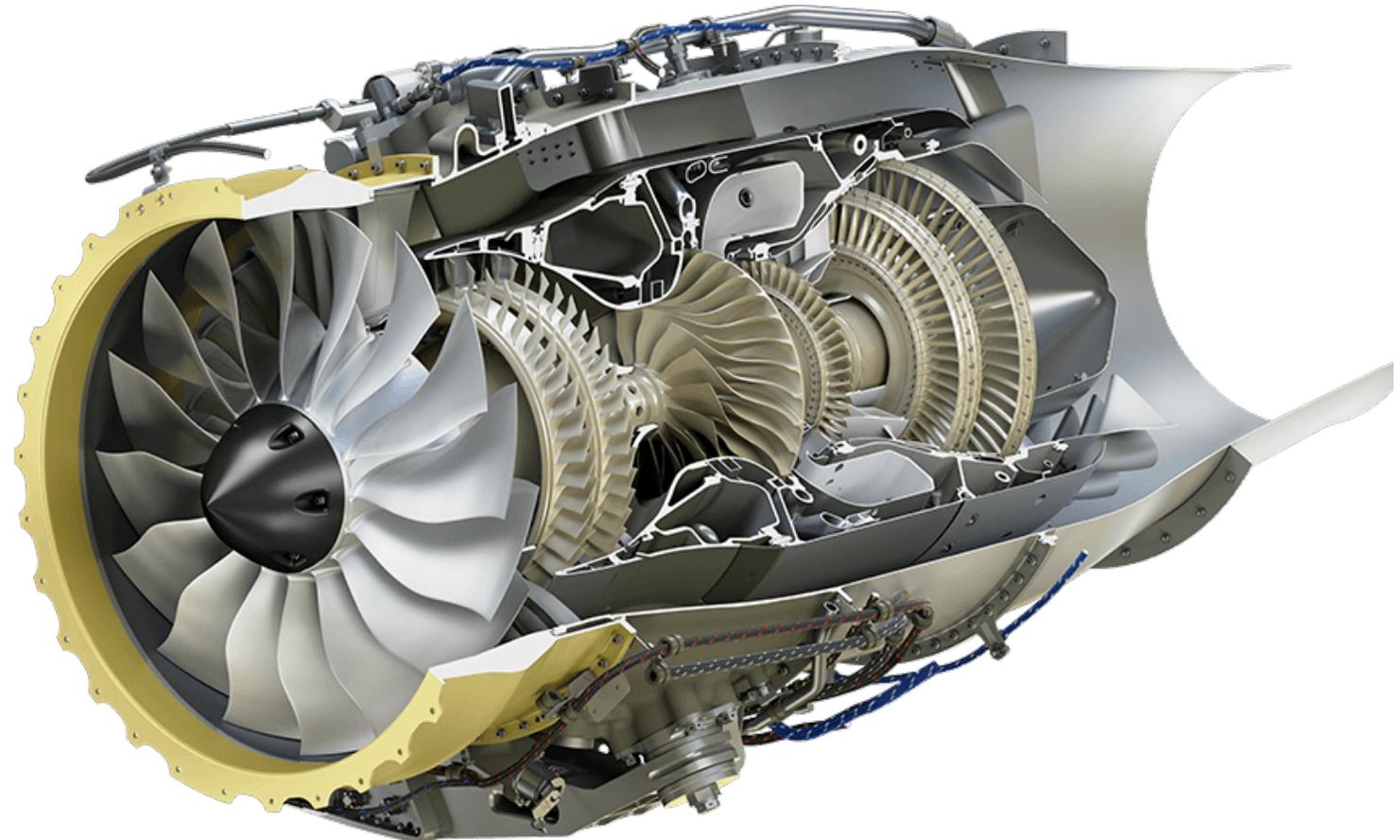


## Turbinas eólicas



VAWT's Vertical  
Axis Wind Turbines

## TurboFans



## Turbinas hidráulicas

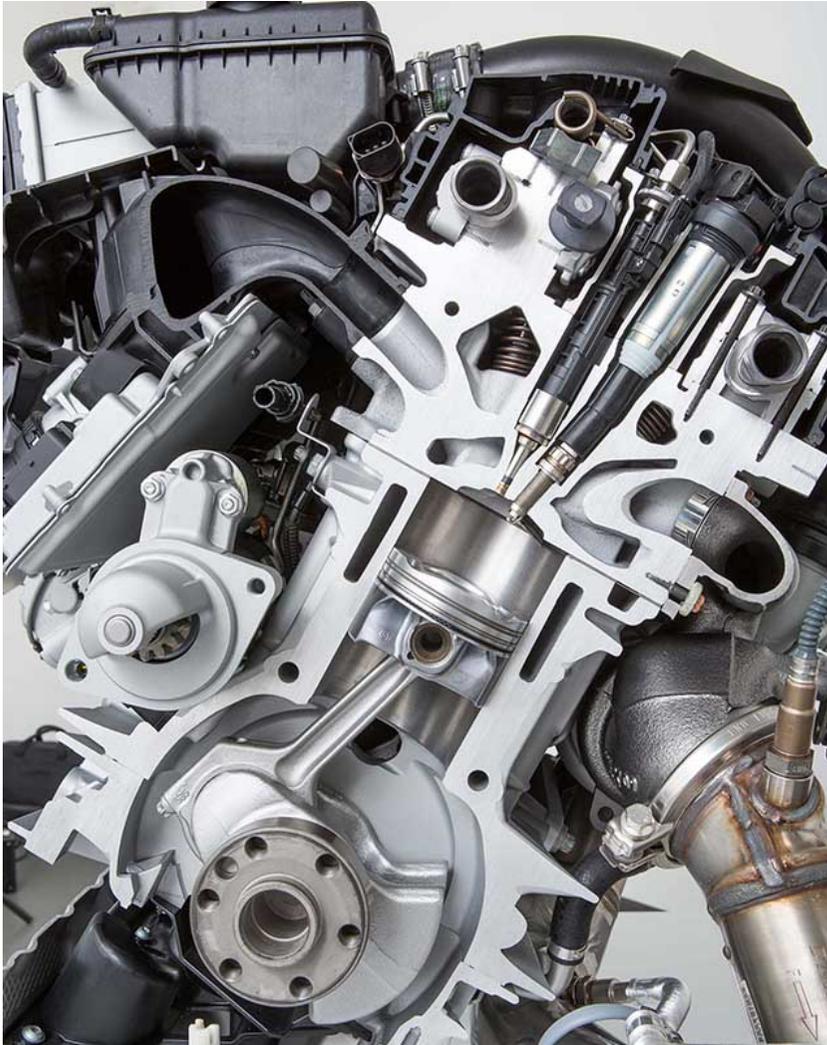


Francis

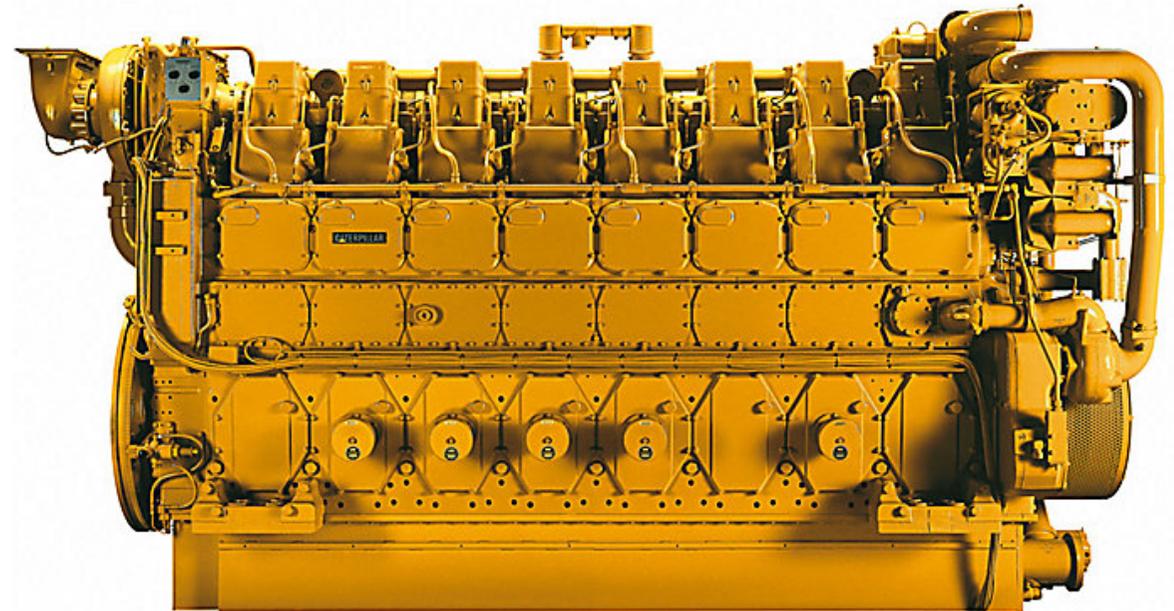


Pelton

## Motores de combustão interna



Otto - Injeção Direta

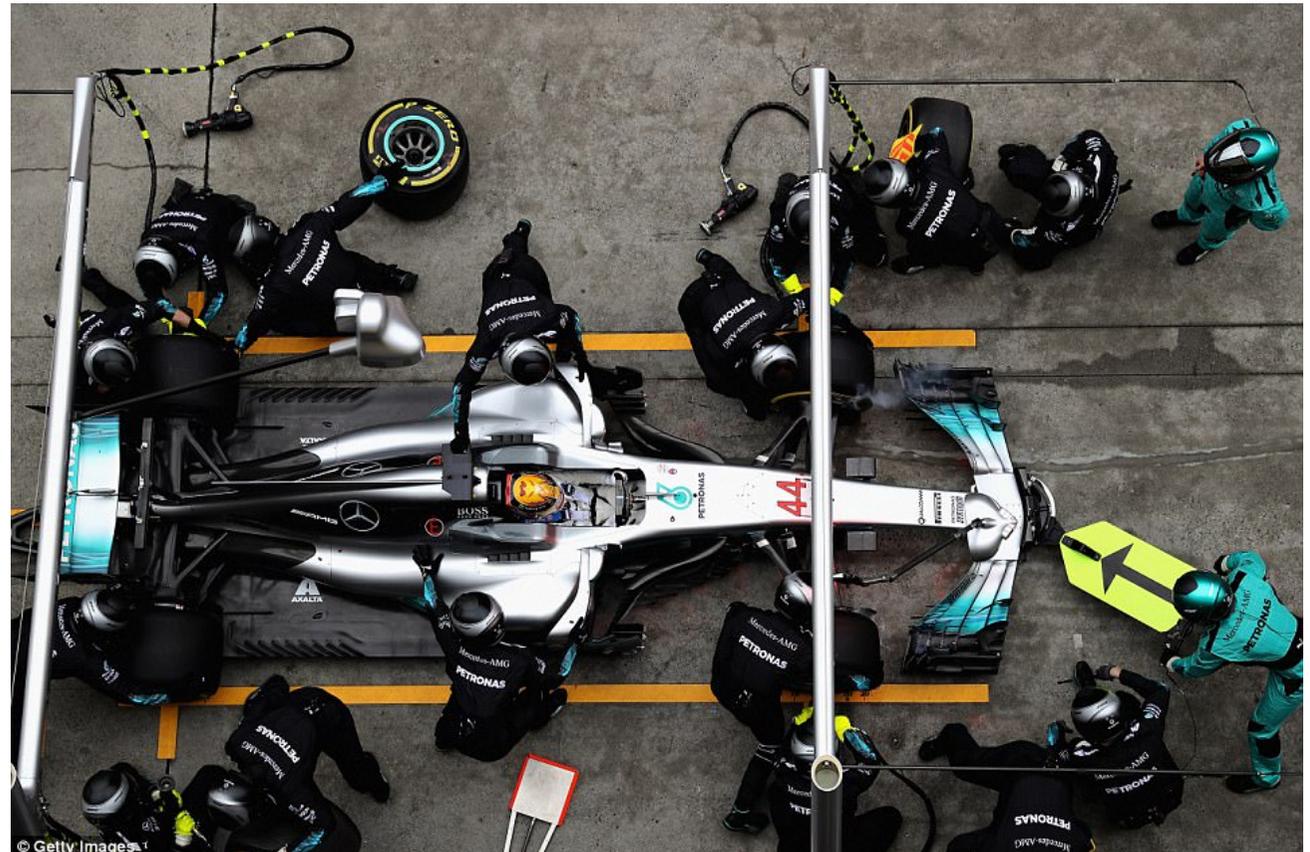


Diesel estacionário, V16 - 6600 hp

## Motores pneumáticos e hidráulicos



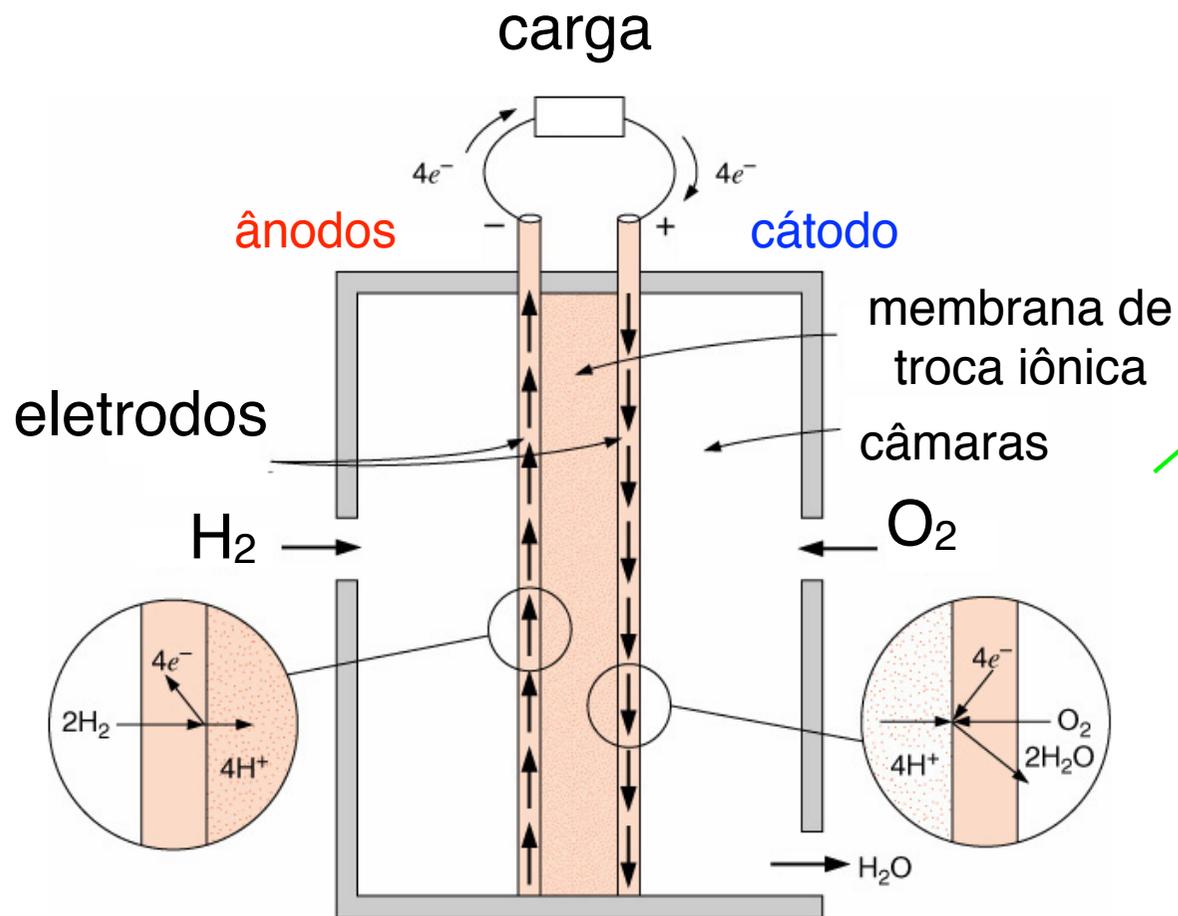
Motor hidráulico de  
palhetas



Ferramenta pneumática

## Motores elétricos

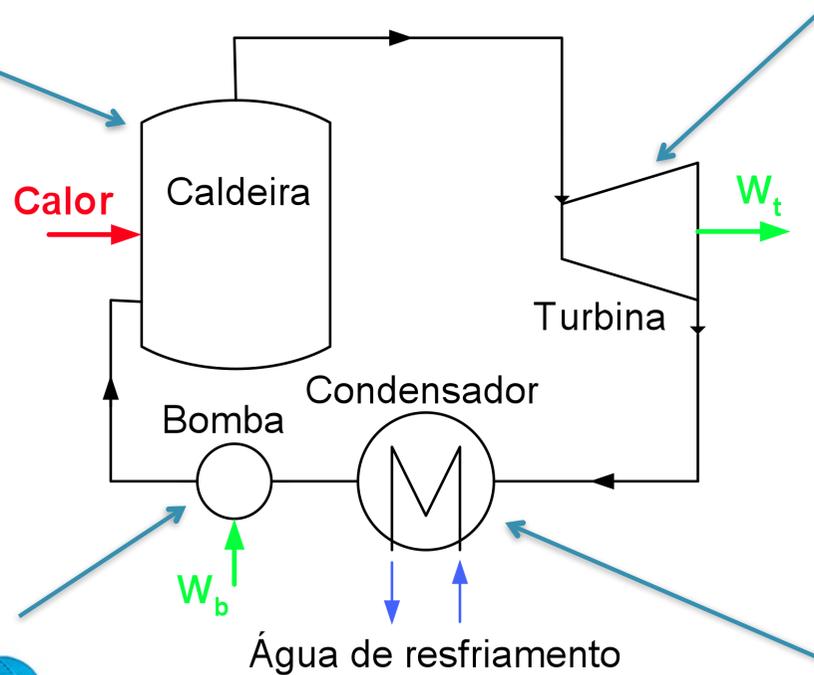
# Célula a combustível



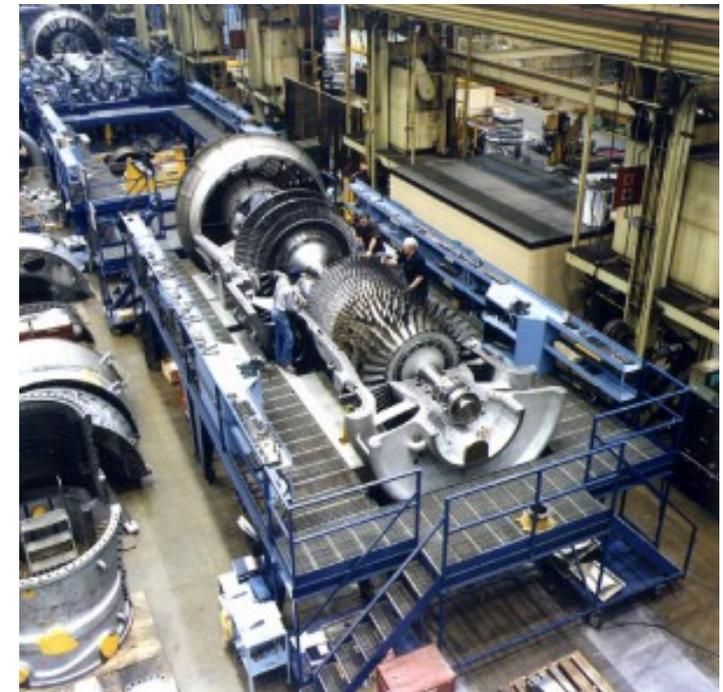
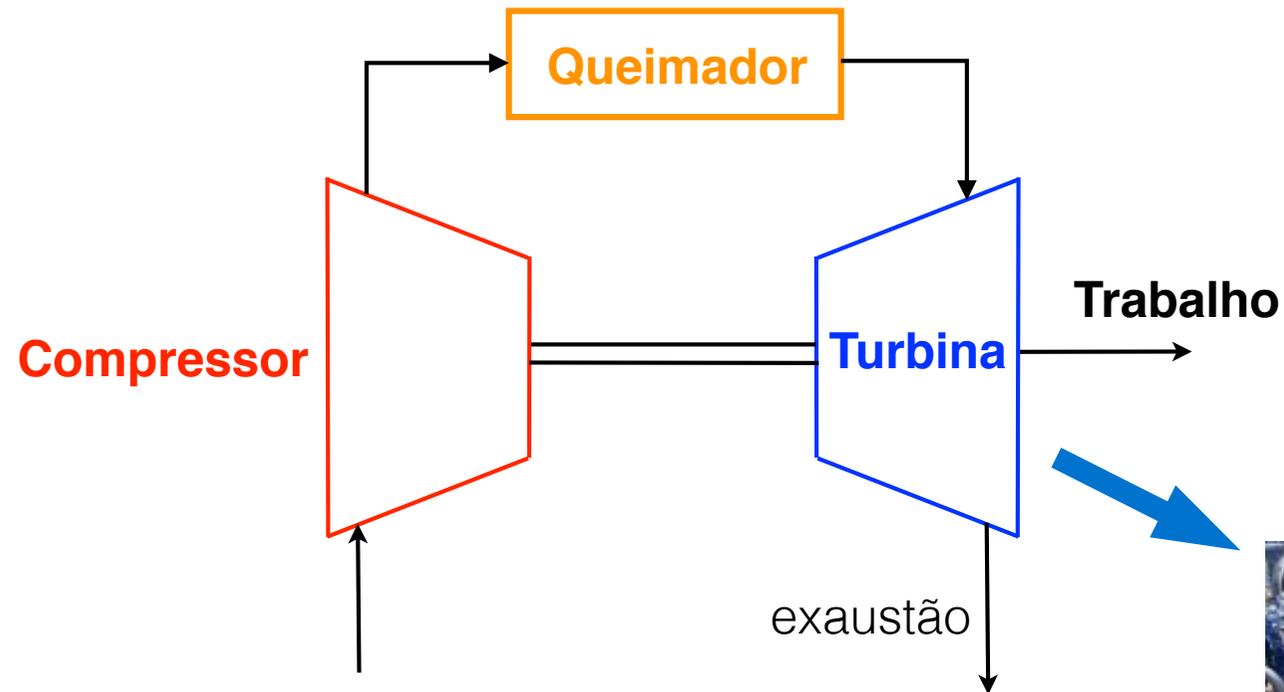
# Ciclo de potência a vapor



## Fluido de trabalho: água



# Ciclo de potência a gás



# Como funciona um refrigerador?



Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo

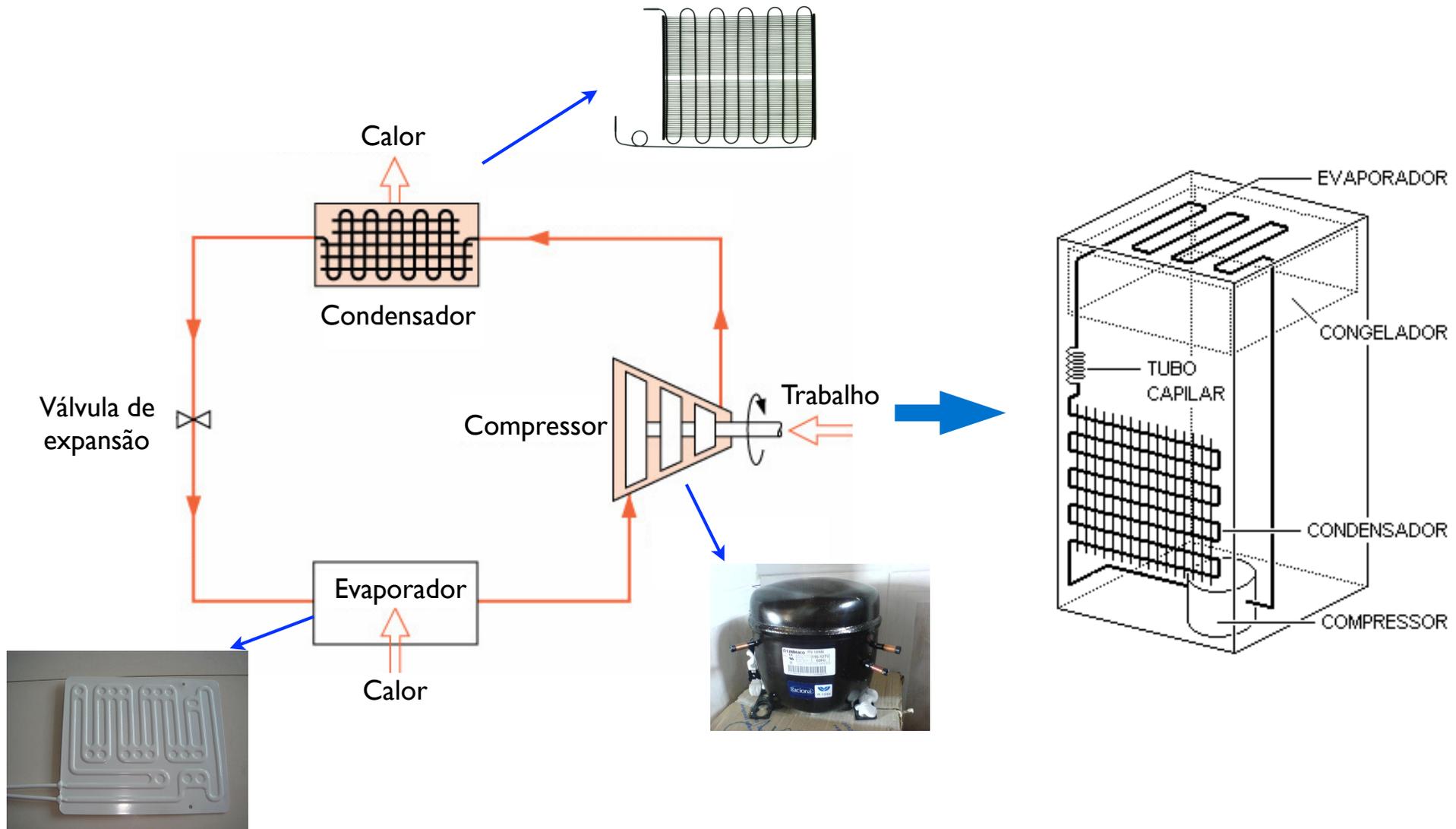


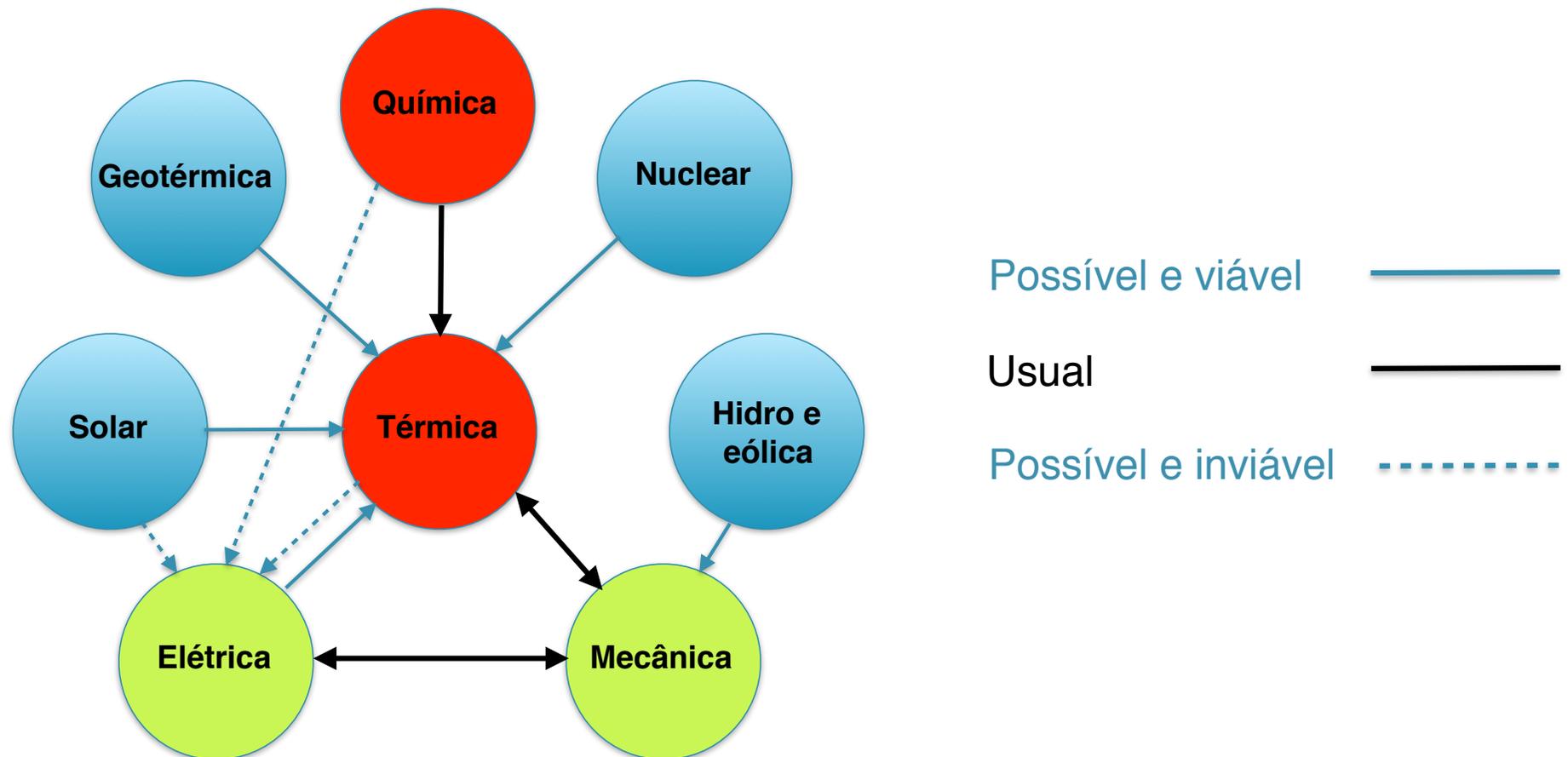
Fonte: <https://www.patreon.com/LearnEngineering>  
<https://www.youtube.com/watch?v=7NwxMyqUyJw>

# Ciclo de refrigeração



## Fluido de trabalho: fluido refrigerante





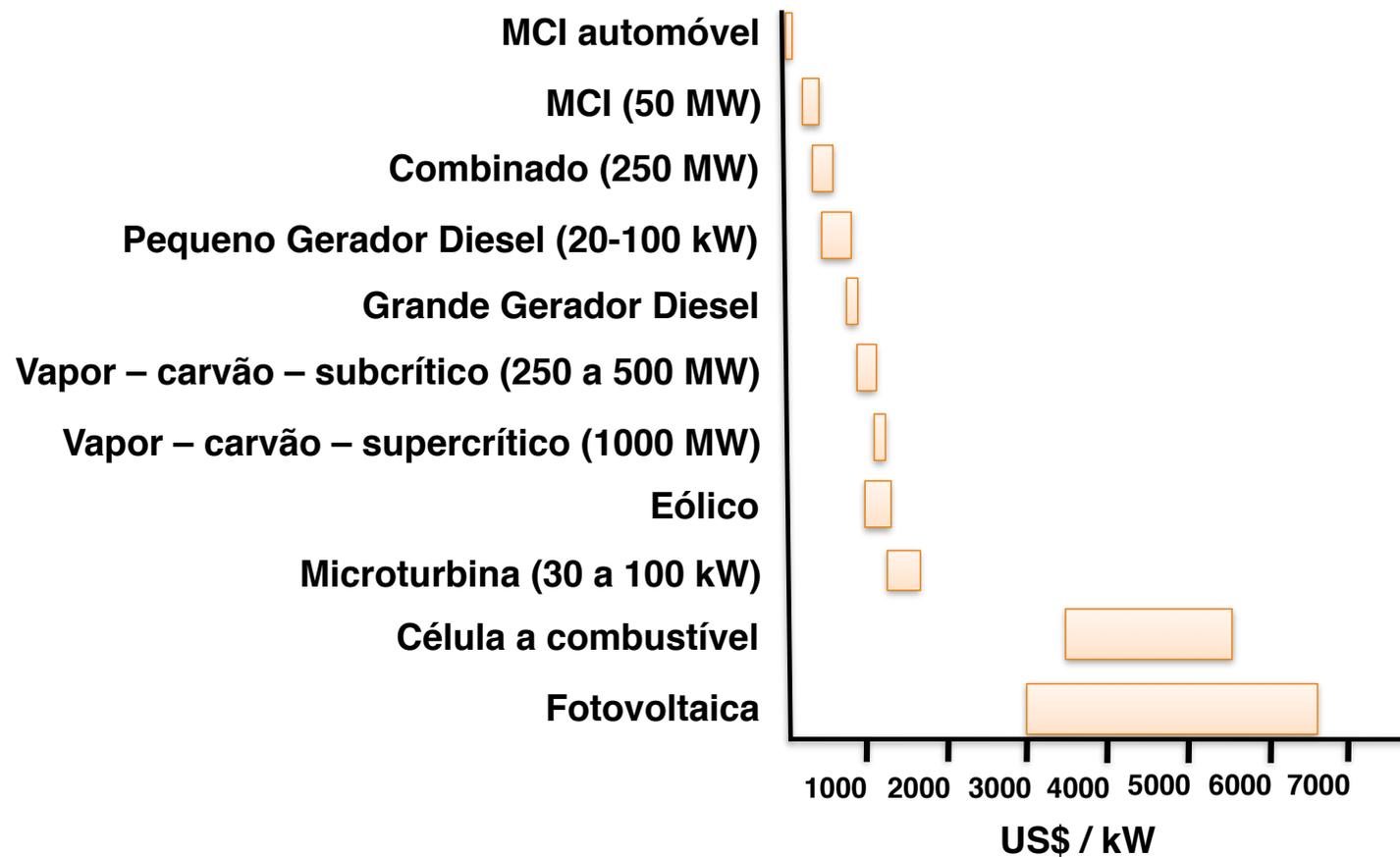
Adaptado de: Eastop, T. D., Croft, D. R., 1996, Energy Efficiency for Engineers and Technologists, Addison Wesley Longman Limited.

## Sistemas de potência

Origem	Rendimento típico (%)	Faixa típica (%)
Fotovoltaica	15	15 a 22
Solar térmica	15	10 a 25
Turbina a gás	30	15 a 38
Otto	30	25 a 35
Nuclear	33	32 a 35
Turbina a vapor	33	25 a 39
Turbina eólica	40	30 a 60
Diesel	40	35 a 49
Célula a combustível	45	40 a 70
Combinado	50	45 a 60
Hidroelétrica	85	70 a 90

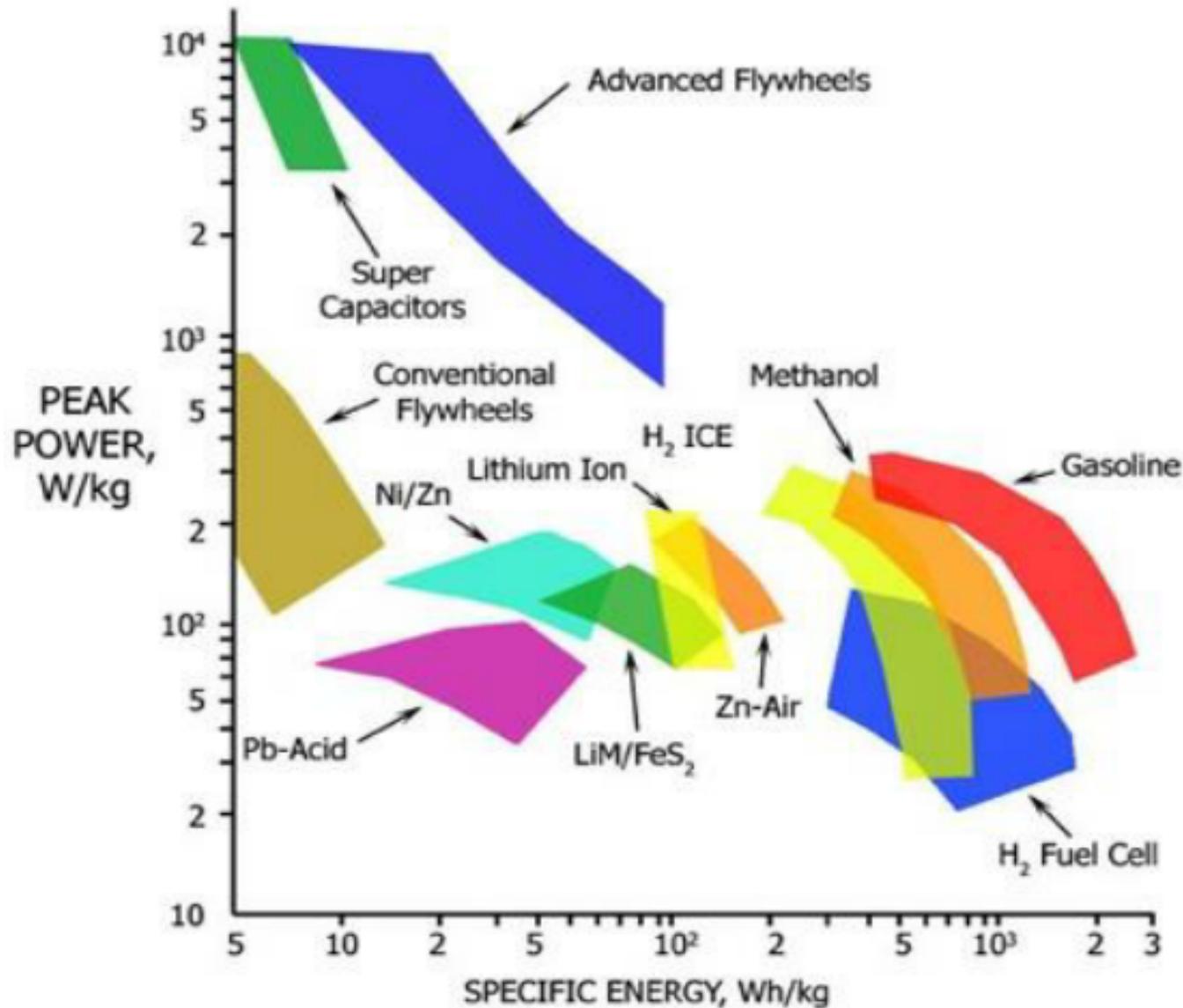
\* Atualizado em 2017

## Sistemas de potência



\* Valores aproximados

# Gráfico de Ragone



Fonte: Levi, G. and Foschi, E. Indication of anomalous heat energy production in a reactor device containing hydrogen loaded nickel powder, 2013 (Research gate)

"Volantes avançados" possuem rotores feitos de fibra de carbono, suspensos por rolamentos magnéticos e com rotações de 20.000 a 50.000 rpm em um ambiente evacuado. Procurar por NASA G2 Flywheel.

# Aplicação #1.1: Carros elétricos



“...os modelos mais avançados ainda estão longe de ter a mesma densidade de energia do etanol ou da gasolina. Enquanto as células de lítio armazenam cerca de 690 watts-hora (Wh) por litro (L), 1 litro de etanol hidratado possui aproximadamente 6.260 Wh de energia, e 1 litro de gasolina comum, cerca de 8.890 Wh.”

“Como a eficiência de conversão de energia da bateria para as rodas do carro elétrico é da ordem de 90%, 1 litro de bateria disponibiliza cerca de 430 Wh para as rodas”... “Já a eficiência de conversão energética da gasolina e do etanol é muito menor, da ordem de 20%, mas, ainda assim, 1 litro de gasolina envia 1.420 Wh para as rodas, enquanto 1 litro de etanol disponibiliza 1.000 Wh.”

“...Assim, um reservatório de 50 litros de gasolina precisaria ser substituído por uma bateria com um volume de cerca de 165 litros, ao passo que um tanque de 50 litros de etanol necessitaria ser trocado por uma bateria com um volume ao redor de 115 litros.”

# Ordem de grandeza (potência)



Celular	2 W	
Notebook	10 W	
Corpo humano	100 W	
1 hp	746 W	
Ar condicionado	1.500 W	1,5 kW
Chuveiro elétrico	5.500 W	5,5 kW
Automóvel	130.000 W	130 kW
Turbina eólica	2.000.000 W	2 MW
Avião, 757	5.000.000 W	5 MW
Grande termelétrica	1.000.000.000 W	1 GW
Itaipu	14.000.000.000 W	14 GW
Consumo global	15.000.000.000.000 W	15 TW



**Devemos entender o funcionamento em nível “macroscópico” e a finalidade de cada componente;**

**Devemos ser capaz de combinar esses componentes para construir uma máquina termofluida;**

**Vamos conhecer sobre cada componente ao longo do curso. Na parte final vamos combiná-los para montar os chamados ciclos termodinâmicos.**



- Entender como funciona um ciclo de potência com turbina a vapor, incluindo cada componente;
- Entender como funciona uma turbina a gás, incluindo cada componente;
- Entender como funciona um ciclo de refrigeração, incluindo cada componente;
- Memorizar o valor aproximado do rendimento (eficiência) de cada tecnologia apresentada no slide 29.



- ◆ A disciplina é matematicamente simples, porém extremamente conceitual;
- ◆ A disciplina exige “tempo de fermentação”, por isso estude a teoria com antecedência, de preferência antes da aula;
- ◆ Parte da dificuldade está na necessidade de se utilizar tabelas de propriedades, contribuindo, também, para a falta de tempo;
- ◆ Os exercícios resolvidos do livro-texto estão disponíveis, entretanto o aluno deve resolver os exercícios e depois conferir com a solução pronta.



## Básica:

◆ Van Wylen, Borgnakke, C., Sonntag, R.E., **Fundamentos da Termodinâmica**, 7ª Ed., Edgard Blucher, 2009.

## Complementar:

◆ Moran, M.J.; Shapiro, H.N. **Princípios de termodinâmica para engenharia**. LTC, 6 ed., 2009.

◆ Çengel, Y.A.; Boles, M.A. **Termodinâmica**. McGraw-Hill, 5. ed., 2006.



- ★ Três provas com consulta a apenas uma folha de formulário, de tamanho A4, preparada pelo aluno, a ser recolhida ao final, e a um extrato das Tabelas Termodinâmicas. É vedado o empréstimo de material;
- ★ Trabalhos compostos por exercícios a serem resolvidos em sala ou em casa pelo aluno, individualmente;
- ★ Média Final =  $0,2 \times P1 + 0,2 \times P2 + 0,4 \times P3 + 0,2 \times Tr$



<b>PME 3301 - Termodinâmica</b>	
<b>Carga horária: 4 créditos</b>	<b>1º Semestre</b>
<b>P1</b>	Conceitos fundamentais
	Substância pura
	Trabalho e Calor
	Primeira Lei da Termodinâmica - Sistema
	Primeira Lei da Termodinâmica - Volume de controle
<b>P2</b>	Segunda Lei da Termodinâmica
	Entropia - 2ª Lei para Sistema
	Segunda Lei da Termodinâmica - Volume de Controle
<b>P3</b>	Ciclos Motores a Vapor
	Ciclos Motores a Ar
	Ciclos de Refrigeração



- ◆ Aproveite o tempo de aula: não tenha vergonha de perguntar!
- ◆ A aula por si só não é suficiente para seu sucesso na disciplina!
- ◆ Leia a teoria com antecedência. Não deixe a matéria acumular!
- ◆ Resolva exercícios de forma reflexiva e não mecânica. Explore outros cenários que não aqueles inicialmente propostos!



**BOM CURSO!**

# Créditos das imagens



Itaipu:	<a href="http://www.loumarturismo.com.br/passeios-em-foz-do-iguacu/8/itaipu-binacional">http://www.loumarturismo.com.br/passeios-em-foz-do-iguacu/8/itaipu-binacional</a>
Piratininga:	<a href="http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/termetricas/piratininga.htm">http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/termetricas/piratininga.htm</a>
Angra:	<a href="http://www.eletronuclear.gov.br/internacional/TheCompany/tabid/145/language/en-US/Default.aspx">http://www.eletronuclear.gov.br/internacional/TheCompany/tabid/145/language/en-US/Default.aspx</a>
Poliuição:	<a href="http://meioambiente.culturamix.com/recursos-naturais/o-que-e-poluicao-ambiental">http://meioambiente.culturamix.com/recursos-naturais/o-que-e-poluicao-ambiental</a>
Urso polar:	<a href="http://www.diariodocentrodomundo.com.br/greenpeace-o-relatorio-sobre-o-aquecimento-global-pode-sinalizar-um-futuro-melhor-se-agirmos-agora/">http://www.diariodocentrodomundo.com.br/greenpeace-o-relatorio-sobre-o-aquecimento-global-pode-sinalizar-um-futuro-melhor-se-agirmos-agora/</a>
Planta solar:	<a href="https://en.wikipedia.org/wiki/PS20_solar_power_plant">https://en.wikipedia.org/wiki/PS20_solar_power_plant</a>
Fazenda eólica:	<a href="https://pt.wikipedia.org/wiki/Complexo_eólico_Alto_Sertão_II">https://pt.wikipedia.org/wiki/Complexo_eólico_Alto_Sertão_II</a>
Helios One:	<a href="http://fallout.wikia.com/wiki/File:Fallout-New-Vegas_2010_03-06-10_02.jpg">http://fallout.wikia.com/wiki/File:Fallout-New-Vegas_2010_03-06-10_02.jpg</a>
Fotovoltaicas:	<a href="https://eleksolar.com.br/conheca-usina-solar-flutuante-brasil/">https://eleksolar.com.br/conheca-usina-solar-flutuante-brasil/</a>
Aquecedor solar:	<a href="http://quantocustaum.com.br/aquecedor-solar-preco/">http://quantocustaum.com.br/aquecedor-solar-preco/</a>
Concentrador solar:	<a href="http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&amp;lang=pt&amp;cid=561">http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&amp;lang=pt&amp;cid=561</a>
Bomba centrífuga:	<a href="http://mariosilvatecnicoindustrial.blogspot.com.br/2014/03/bombas-centrifugas.html">http://mariosilvatecnicoindustrial.blogspot.com.br/2014/03/bombas-centrifugas.html</a>
Bomba lóbulos:	<a href="http://www.axflow.com/en-ie/site/products/category/pumps/rotary-lobecircumferential-pumps/apv-dw-pumps/">http://www.axflow.com/en-ie/site/products/category/pumps/rotary-lobecircumferential-pumps/apv-dw-pumps/</a>
Bomba peristática:	<a href="http://www.comprebombas.com.br/product/ex-p8803/">http://www.comprebombas.com.br/product/ex-p8803/</a>
Compressor de pistões:	<a href="http://mariosilvatecnicoindustrial.blogspot.com.br/2014/04/compressores.html">http://mariosilvatecnicoindustrial.blogspot.com.br/2014/04/compressores.html</a>
Compressor de parafuso:	<a href="http://www.ebay.co.uk/gds/Screw-and-rotary-vane-compressors-/10000000204503919/g.html">http://www.ebay.co.uk/gds/Screw-and-rotary-vane-compressors-/10000000204503919/g.html</a>
Ventilador centrífugo	<a href="https://www.qualitas.ind.br/sopradores-de-alta-pressao.html">https://www.qualitas.ind.br/sopradores-de-alta-pressao.html</a>
Ventilador axial	<a href="http://www.berteambiental.com.br/equipamentos.html">http://www.berteambiental.com.br/equipamentos.html</a>
Linha de ar comprimido	<a href="https://pt.all.biz/canalizacao-para-ar-comprimido-em-pvc-g13615">https://pt.all.biz/canalizacao-para-ar-comprimido-em-pvc-g13615</a>
Válvulas borboleta e de esfera:	<a href="http://tubusevalvulas.blogspot.com.br">http://tubusevalvulas.blogspot.com.br</a>
Válvulas de globo:	<a href="http://www.diferodobrasil.com.br/valvulas-globo/">http://www.diferodobrasil.com.br/valvulas-globo/</a>
Trocador casco-tubo:	<a href="http://bryanboilers.com/boiler-accessories/heat-exchangers/">http://bryanboilers.com/boiler-accessories/heat-exchangers/</a>
Trocador compacto:	<a href="http://www.nipponkuhlers.com/Finned-Tube-Heat-Exchanger.html">http://www.nipponkuhlers.com/Finned-Tube-Heat-Exchanger.html</a>
Condensador:	<a href="https://portuguese.alibaba.com/product-detail/toeflex-wire-refrigerator-condenser-260023662.html">https://portuguese.alibaba.com/product-detail/toeflex-wire-refrigerator-condenser-260023662.html</a>
Evaporador:	<a href="https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-702650727-evaporador-geladeira-consul-340litros-original-_JM">https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-702650727-evaporador-geladeira-consul-340litros-original-_JM</a>
Flamotubular:	<a href="http://www.directindustry.com/prod/bosch-industriekessel-gmbh/product-7270-422271.html">http://www.directindustry.com/prod/bosch-industriekessel-gmbh/product-7270-422271.html</a>
Aquatubular:	<a href="http://www.thermhydra.com/heat.html">http://www.thermhydra.com/heat.html</a>

# Créditos das imagens



---

Turbina a vapor:	<a href="https://www.energy.siemens.com/co/en/fossil-power-generation/steam-turbines/steam-turbine-technologies.htm">https://www.energy.siemens.com/co/en/fossil-power-generation/steam-turbines/steam-turbine-technologies.htm</a>
Turbina a vapor:	<a href="https://en.wikipedia.org/wiki/File:Dampfturbine_Laeufer01.jpg">https://en.wikipedia.org/wiki/File:Dampfturbine_Laeufer01.jpg</a>
Turbina a gás:	<a href="https://www.ge.com/reports/bouchain/">https://www.ge.com/reports/bouchain/</a>
Turbina eólica:	<a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Axe-v.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Axe-v.jpg</a>
Francis	<a href="http://www.hydrolink.cz/en/francis-turbines/hhf-turbines-spiral-francis-turbines-12.html">http://www.hydrolink.cz/en/francis-turbines/hhf-turbines-spiral-francis-turbines-12.html</a>
Pelton:	<a href="http://www.hydrolink.cz/en/pelton-turbines/hhp-v-type-vertical-compact-pelton-turbine-5.html">http://www.hydrolink.cz/en/pelton-turbines/hhp-v-type-vertical-compact-pelton-turbine-5.html</a>
TurboFan:	<a href="http://www.gehonda.com/engine/explore.html">http://www.gehonda.com/engine/explore.html</a>
Otto:	<a href="http://bestcars.uol.com.br/bc/mais/tecnica/tecnologia-por-que-os-motores-andam-tao-complicados/">http://bestcars.uol.com.br/bc/mais/tecnica/tecnologia-por-que-os-motores-andam-tao-complicados/</a>
Diesel:	<a href="https://www.cat.com/en_US/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines-lesser-regulated-non-regulated/18398426.html">https://www.cat.com/en_US/products/new/power-systems/industrial/industrial-diesel-engines-lesser-regulated-non-regulated/18398426.html</a>
RamJet:	<a href="http://frpc.net.technion.ac.il/ramjet-and-scrumjet-propulsion/">http://frpc.net.technion.ac.il/ramjet-and-scrumjet-propulsion/</a>
RamJet desenho:	<a href="http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&amp;lang=pt&amp;cid=561">http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&amp;lang=pt&amp;cid=561</a>
Saturno:	<a href="http://www.collectspace.com/news/news-061616a-saturn-rocket-stage-infinity.html">http://www.collectspace.com/news/news-061616a-saturn-rocket-stage-infinity.html</a>
Motor palhetas:	<a href="http://www.axflow.com/en-ie/site/products/category/pumps/rotary-lobecircumferential-pumps/apv-dw-pumps/">http://www.axflow.com/en-ie/site/products/category/pumps/rotary-lobecircumferential-pumps/apv-dw-pumps/</a>
F1:	<a href="http://www.dailymail.co.uk/sport/formulaone/article-4401632/Formula-One-pit-stop-does-crew-work.html">http://www.dailymail.co.uk/sport/formulaone/article-4401632/Formula-One-pit-stop-does-crew-work.html</a>
Misturador:	<a href="https://www.leroymerlin.com.br/misturadores-de-mesa">https://www.leroymerlin.com.br/misturadores-de-mesa</a>
Teto flutuante:	<a href="http://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=193">http://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=193</a>
Esférico:	<a href="http://www.sel.eesc.usp.br/lasi/lasi/?attachment_id=10">http://www.sel.eesc.usp.br/lasi/lasi/?attachment_id=10</a>
Cônico:	<a href="http://www.petroblog.com.br/?tag=teto-fixo">http://www.petroblog.com.br/?tag=teto-fixo</a>
Compressor com reservatório	<a href="http://www.petroblog.com.br/?tag=teto-fixo">http://www.petroblog.com.br/?tag=teto-fixo</a>
Botijão de gás	<a href="http://smartgas.com.br/produtos.php">http://smartgas.com.br/produtos.php</a>
Cilindro de mergulho	<a href="https://www.umavoltaemeia.com/brasil/pe/mergulho-fernando-de-noronha-com-sea-paradise/">https://www.umavoltaemeia.com/brasil/pe/mergulho-fernando-de-noronha-com-sea-paradise/</a>
Bexiga:	<a href="http://ph.parker.com/us/en/bladder-accumulator-high-pressure-ehv">http://ph.parker.com/us/en/bladder-accumulator-high-pressure-ehv</a>
Diafragma:	<a href="http://ph.parker.com/us/en/diaphragm-accumulators-elm">http://ph.parker.com/us/en/diaphragm-accumulators-elm</a>
Pistão:	<a href="http://ph.parker.com/us/en/a-series-piston-accumulators">http://ph.parker.com/us/en/a-series-piston-accumulators</a>